

ANALISA EFEKTIFITAS SISTEM HOTEL BTS PADA PERUSAHAAN TELEKOMUNIKASI (STUDI KASUS PT TELKOMSEL Tbk)

Devied Febriyanto

Program Studi Sistem Informasi, Institut Teknologi dan Bisnis Tuban
Jl. Mloyo Kusumo, Lebak, Sumurgung, Kec. Montong,
Kabupaten Tuban, Jawa Timur 62357
deviedf@gmail.com

ABSTRAK

PT. Telkomsel, Tbk adalah salah satu operator jaringan Telekomunikasi di Indonesia. Sampai tahun 2024 ini, PT. Telkomsel, Tbk terus membangun jaringan baru di wilayah Jabodetabek. Salah satu alasannya adalah traffic yang sangat tinggi di wilayah Jabodetabek terutama *traffic data*. Ekspansi jaringan di Jabodetabek ini meliputi penambahan BTS (*Base Transceiver Station*) dan tentunya link penghubung antar BTS ke BSC (*Base Station Controler*) dan MSC (*Mobile Switching Center*).

Sehubungan dengan hal tersebut, maka diperlukan suatu perencanaan jaringan yang baik agar diperoleh performansi yang optimum. Dari sisi BTS, perlu direncanakan terutama dalam hal kapasitas kanal. Sedangkan kendala yang dihadapi untuk wilayah jabodetabek adalah keterbatasan lahan dan biaya operasional untuk mendirikan sebuah site. Untuk mengatasi hal tersebut maka PT Telkomsel bekerjasama dengan beberapa operator telekomunikasi mencoba sebuah solusi dengan membangun sistem Hotel BTS. Pada sistem ini PT. Telkomsel, Tbk menggunakan medium transmisi fiber optik untuk mengaplikasikan sistem Hotel BTS tersebut.

Kata kunci : *traffic meningkat, perencanaan jaringan, sistem hotel BTS*

ABSTRACT

PT. Telkomsel, Tbk is one of the telecommunications network operators in Indonesia. Until 2024, PT. Telkomsel, Tbk continues to build new networks in the Jabodetabek area. One reason is the very high traffic in the Jabodetabek area, especially data traffic. This network expansion in Jabodetabek includes the addition of BTS (Base Transceiver Station) and connecting links between BTS to BSC (Base Station Controler) and MSC (Mobile Switching Center).

In connection with this, good network planning is needed to obtain optimum performance. From the BTS side, it needs to be planned, especially in terms of channel capacity. Meanwhile, the obstacles faced in the Jabodetabek area are limited land and operational costs to set up a site. To overcome this, PT Telkomsel is collaborating with several telecommunications operators to try a solution by building a Hotel BTS system. In this system PT. Telkomsel, Tbk uses fiber optic transmission medium to implement the Hotel BTS system.

Keywords: *traffic growth, network planning, BTS hotel system*

1. PENDAHULUAN

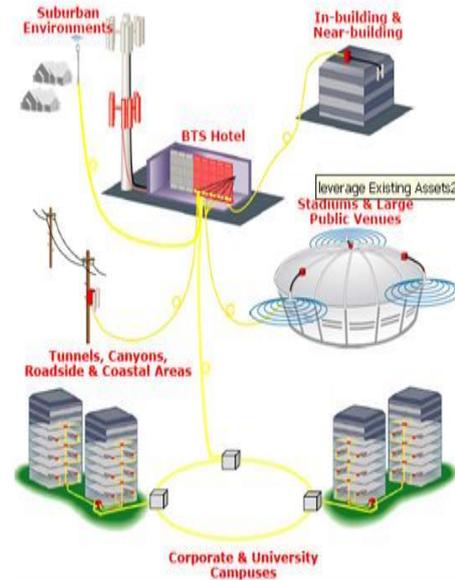
Industri telekomunikasi adalah salah satu sektor industri yang berada pada situasi persaingan yang ketat[1]. Perkembangan dan peningkatan yang signifikan pada sektor telekomunikasi tidak hanya terjadi di Indonesia saja, tetapi diseluruh dunia. Kebutuhan teknologi telekomunikasi seiring peningkatan jumlah pelanggan yang beralih dari fixed line ke mobile[2]. Hal ini menjadi sebuah keharusan bagi para operator telekomunikasi untuk mengembangkan jaringan dalam rangka memenuhi kebutuhan pelanggan dan meningkatkan daya saing pada persaingan bisnis telekomunikasi. Pada saat ini jaringan seluler sudah menjamah daerah tingkat kecamatan, hal ini membuktikan tekad kuat dari para operator untuk memenuhi kebutuhan telekomunikasi dari tingkat kota ke tingkat kecamatan dan dalam waktu yang tidak lama lagi akan masuk ke daerah pedesaan[3].

Peningkatan jaringan seluler ditandai dengan peningkatan jumlah BTS sebagai perangkat tranceiver untuk memenuhi kebutuhan telekomunikasi. Pembangunan BTS tidak terlepas dari proses perencanaan dan anggaran biaya perusahaan yang harus dikeluarkan. Anggaran biaya pembangunan BTS merupakan biaya terbesar dari perusahaan telekomunikasi, sedangkan di sisi lain biaya operasional juga tidak sedikit, sehingga para pelaku usaha bisnis telekomunikasi dituntut untuk berfikir keras dalam proses penentuan anggaran perusahaan (capex) dan anggaran operasional (opex)[4].

Beberapa perusahaan telekomunikasi maupun vendor telekomunikasi telah menawarkan teknologi HOTEL BTS sebagai solusi persoalan krisis biaya operasional dan meningkatkan kualitas layanan pada sebuah perusahaan atau operator telekomunikasi. Dengan menerapkan syatem ini diharapkan sebuah perusahaan telekomunikasi akan menghemat sekitar 40% - 60 % opex dan capex dan kualitas layanan akan bertambah[5].

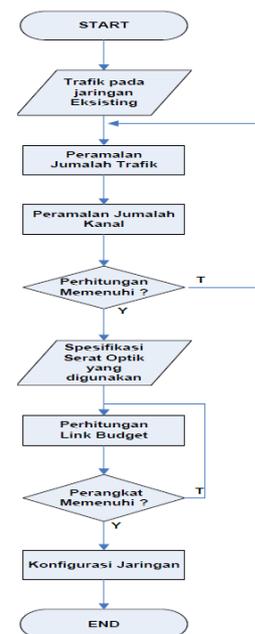
Di indonesia beberapa operator sedang mempertimbangkan untuk menerapkan teknologi

ini dengan terlebih dahulu melakukan kajian di internal perusahaan dari sudut pandang efektifitasnya.



Gambar 1. Sistem Hotel BTS

sistem kerja jaringan Hotel BTS ini. Seiring dengan kebutuhan trafik yang sangat tinggi maka diperlukan perluasan jaringan maupun penambahan kanal trafik. Untuk itu dilakukan proses seperti gambar :



Gambar 2. Flowchart Sistem Hotel BTS

Pada sistem diatas memudahkan kita dalam menempatkan perangkat BTS. Beberapa perangkat BTS ditempatkan dalam satu ruangan yang kemudian dari ruangan tersebut ditarik menggunakan fiber optik menuju ke titik-titik yang nantinya akan dipasang antenna baik yang berupa sektoral maupun omni.

Keuntungan yang diperoleh jika sistem ini diterapkan pada daerah perkotaan adalah :

- **Ekonomis**
Di daerah perkotaan khususnya Jakarta harga sewa tanah sangat mahal dan dari tahun ketahun semakin meningkat dengan sisten ini sangat menghemat Lahan karena beberapa BTS bisa ditempatkan dalam satu tempat.
- **Maintenance**
Mempermudah perawatan atau maintenance perangkat karena beberapa perangkat berada pada satu tempat.
- **Cost/Biaya**
Operasional biaya Operasional yang dikeluarkan juga bisa dihemat
- **Lingkungan**
Dengan sistem ini operator lebih fleksibel dalam memilih daerah mana yang akan dijadikan central BTS sehingga dapat menghindari masalah akses dan lingkungan.

Pada sistem jaringan ini sangat bergantung pada infrastruktur jaringan kabel fiber optik didaerah itu sendiri. Untuk daerah Jakarta sistem ini bisa diimplementasikan karena jaringan kabel fiber optik di Jakarta sudah hampir menjangkau seluruh pelosok Jakarta. Akan tetapi dalam penelitian ini hanya akan membatasi pada area Hotel[6].

Sistem ini adalah solusi digital perluasan jaringan nirkabel dari BTS central ke masing- masing antenna yang mempunyai jarak yang berbeda beda dan juga bisa diaplikasikan untuk teknologi 2G, 3G, 4G maupun 5G dalam satu sistem[7].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan seperti yang tertera pada ruang lingkup dengan hasil sesuai dengan yang diharapkan pada tujuan kegiatan ini dan disertai dengan pemanfaatan biaya yang efektif, maka metodologi-metodologi untuk melakukan kegiatan-kegiatan tersebut haruslah didesain sedemikian rupa sehingga semua variable- variable dan indikator yang terlibat dalam kajian terpenuhi. Untuk itu metodologi untuk melaksanakan kajian ini dilakukan sebagai berikut :

- a) Menganalisa cara kerja sistem Hotel BTS
- b) Melakukan pengumpulan data data tentang kualitas jaringan telekomunikasi dengan menggunakan sistem Hotel BTS dengan cara observasi langsung ketika proses pemasangan perangkat.
- c) Melakukan analisis, Setelah data-data dikompilasi, maka analisis dilakukan berdasarkan pada variabel yang dikaji. Beberapa variabel dapat dianalisis dengan melakukan simulasi seperti kualitas penggunaan data (browsing, video streaming dan Chatting) dan juga kualitas layanan voice.
- d) Pembuatan rumusan laporan dan rekomendasi hasil kajian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa yang biasa digunakan untuk menyakinkan sistem transmisi serat optik dapat berjalan, adalah :

- Analisa Link Budget
- Analisa Rise Time Budget

Untuk keperluan analisa di atas dibutuhkan spesifikasi teknis serat optik dan spesifikasi perangkat yang akan digunakan untuk kegiatan operasional. Spesifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat

Perangkat	Spesifikasi	Nilai
Serat Optik	Jenis	Singel Mode 1310 nm
	Dispersi Kromatis	20 ps/nm.km
	Redaman	0,4 dB/km
	Format Modulasi	NRZ
LASER	Rise Time	0,1 ns
	Output Power	Min -2dBm Max 3dBm
	Lebar Spektral	1 nm
APD	Rise Time	0,15 ns
	Sensitivitas	Min -27 dBm Max -9 dBm
WDM	Loss Transmitter	0.7 dB
	Loss Receiver	0.3 dB
Konektor	Redaman	0,5 dB/konektor
Splice	Redaman	0,1 dB/km

3.1 Analisa Power Link Budget

Power link budget merupakan suatu analisis yang dapat digunakan untuk menunjukkan kinerja dari sistem. *Power link budget* dapat juga digunakan untuk menentukan jarak transmisi serta penentuan letak perangkat seperti konektor dan *splice*.

Dalam perancangan ini, *power link budget* dihitung secara parsial tiap linknya. Besarnya *power linkbudget* dirumuskan sebagai berikut :

$$PD = P_t - \alpha_f \cdot L_{tot} - \alpha_c \cdot m - \alpha_s \cdot n - \alpha_{tx} - \alpha_{rx} - M_s \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan α_c (dB/konektor) adalah konstanta loss padakonektor, α_f adalah konstanta redaman serat optik (dB/km), α_s adalah loss akibat splice, m

merupakan banyaknya konektor, n merupakan jumlah splice, α_{tx} merupakan loss yang terdapat pada perangkat WDM transmitter, α_{rx} merupakan loss yang terdapat pada perangkat WDM receiver dan M_s adalah margin sistem[8]. Berdasarkan tabel 7.a dan persamaan 7.1 dapat dihitung *power link budget* pada main ring :

• Central BTS – BRI 2 lantai 1

- Jarak = 0,015 km
- Jumlah *splice* = 0
- Jumlah konektor = 2
- Sensitivitas penerima = -18 dBm
- Daya pengirim = 0 dBm

$$MS = P_t - PD - \alpha_f \cdot L_{tot} - \alpha_c \cdot m - \alpha_s \cdot n - \alpha_{tx} - \alpha_{rx}$$

$$= 0 \text{ dBm} - (-18\text{dBm}) - (0,4 \text{ dB/km} \times 0,015 \text{ km}) - (0,5 \text{ dB} \times 2) - (0,1 \text{ dB} \times 0) - 0,7 \text{ dB} - 0,3\text{dB}$$

$$MS = 15,994 \text{ dB}$$

Untuk Link Central BTS – BRI 2 lantai 1 didapatkan Margin sistem sebesar 15,994 dB. Dengan margin sistem yang ditetapkan oleh PT. Telkomsel yaitu sebesar 4 dB, maka link yang akan dibangun **layak**.

• Central BTS – BRI 2 lantai 20

- Jarak = 0,11 km
- Jumlah *splice* = 0
- Jumlah konektor = 2
- Sensitivitas penerima = -18 dBm
- Daya pengirim = 0 dBm

$$MS = P_t - PD - \alpha_f \cdot L_{tot} - \alpha_c \cdot m - \alpha_s \cdot n - \alpha_{tx} - \alpha_{rx}$$

$$= 0 \text{ dBm} - (-18\text{dBm}) - (0,4 \text{ dB/km} \times 0,11 \text{ km}) - (0,5 \text{ dB} \times 2) - (0,1 \text{ dB} \times 0) - 0,7 \text{ dB} - 0,3\text{dB}$$

$$MS = 15,956 \text{ dB}$$

Untuk Link Central BTS – BRI 2 lantai 20 didapatkan Margin sistem sebesar 15,956 dB. Dengan margin sistem yang ditetapkan oleh PT. Telkomsel yaitu sebesar 4 dB, maka link yang akan dibangun **layak**.

• **Central BTS – BRI 2 lantai 27**

Jarak	= 0,145 km
Jumlah <i>splice</i>	= 0
Jumlah konektor	= 2
Sensitivitas penerima	= -18 dBm
Daya pengirim	= 0 dBm

$$MS = P_t - P_D - \alpha_f \cdot L_{tot} - \alpha_c \cdot m - \alpha_s \cdot n - \alpha_{tx} - \alpha_{rx}$$

$$= 0 \text{ dBm} - (-18\text{dBm}) - (0,4 \text{ dB/km} \times 0,145 \text{ km}) - (0,5 \text{ dB} \times 2) - (0,1 \text{ dB} \times 0) - 0,7 \text{ dB} - 0,3\text{dB}$$

MS = 15,942 dB

Untuk Link Central BTS – BRI 2 lantai 27 didapatkan Margin sistem sebesar 15,942 dB. Dengan margin sistem yang ditetapkan oleh PT. Telkomsel yaitu sebesar 4 dB, maka link yang akan dibangun **layak**.

• **Central BTS – BRI 1 lantai 1**

Jarak	= 0,035 km
Jumlah <i>splice</i>	= 0
Jumlah konektor	= 2
Sensitivitas penerima	= -18 dBm
Daya pengirim	= 0 dBm

$$MS = P_t - P_D - \alpha_f \cdot L_{tot} - \alpha_c \cdot m - \alpha_s \cdot n - \alpha_{tx} - \alpha_{rx}$$

$$= 0 \text{ dBm} - (-18\text{dBm}) - (0,4 \text{ dB/km} \times 0,035 \text{ km}) - (0,5 \text{ dB} \times 2) - (0,1 \text{ dB} \times 0) - 0,7 \text{ dB} - 0,3\text{dB}$$

MS = 15,986 dB

Untuk Link Central BTS – BRI 1 lantai 1 didapatkan Margin sistem sebesar 15,986 dB. Dengan margin sistem yang ditetapkan oleh PT. Telkomsel yaitu sebesar 4 dB, maka link yang akan dibangun **layak**.

• **Central BTS – BRI 1 lantai 19**

Jarak	= 0,125 km
-------	------------

Jumlah <i>splice</i>	= 0
Jumlah konektor	= 2
Sensitivitas penerima	= -18 dBm
Daya pengirim	= 0 dBm

$$MS = P_t - P_D - \alpha_f \cdot L_{tot} - \alpha_c \cdot m - \alpha_s \cdot n - \alpha_{tx} - \alpha_{rx}$$

$$= 0 \text{ dBm} - (-18\text{dBm}) - (0,4 \text{ dB/km} \times 0,125 \text{ km}) - (0,5 \text{ dB} \times 2) - (0,1 \text{ dB} \times 0) - 0,7 \text{ dB} - 0,3\text{dB}$$

MS = 15,95 dB

Untuk Link Central BTS – BRI 1 lantai 19 didapatkan Margin sistem sebesar 15,95 dB. Dengan margin sistem yang ditetapkan oleh PT. Telkomsel yaitu sebesar 4 dB, maka link yang akan dibangun **layak**.

• **Central BTS – Wisma Mulia**

Jarak	= 6 km
Jumlah <i>splice</i>	= 1
Jumlah konektor	= 2
Sensitivitas penerima	= -18 dBm
Daya pengirim	= 0 dBm

$$MS = P_t - P_D - \alpha_f \cdot L_{tot} - \alpha_c \cdot m - \alpha_s \cdot n - \alpha_{tx} - \alpha_{rx}$$

$$= 0 \text{ dBm} - (-18\text{dBm}) - (0,4 \text{ dB/km} \times 6 \text{ km}) - (0,5 \text{ dB} \times 2) - (0,1 \text{ dB} \times 1) - 0,7 \text{ dB} - 0,3\text{dB}$$

MS = 13,5 dB

Untuk Link Central BTS – Wisma Mulia didapatkan Margin sistem sebesar 13,5 dB. Dengan margin sistem yang ditetapkan oleh PT. Telkomsel yaitu sebesar 4 dB, maka link yang akan dibangun **layak**.

Untuk perhitungan *power/link budget* masing-masing titik ditunjukkan seperti pada table 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Power/Link Budget Total

	Central BTS - BRI1 lantai 1	Central BTS - BRI1 lantai 20	Central BTS - BRI1 lantai 27	Central BTS - BRI1 lantai 1	Central BTS - BRI1 lantai 1	Central BTS - Wisma Mulia
Jarak(km)	0,015	0,11	0,145	0,035	0,125	6
Splice(buah)	0	0	0	0	0	1
Konektor (buah)	2	2	2	2	2	2
Sensitivitas penerima (dBm)	-18	-18	-18	-18	-18	-18
Margin (dBm)	15,994	15,956	15,942	15,986	15,95	13,5

Untuk tiap link memiliki margin sistem di atas margin sistem yang ditetapkan oleh PT. Telkomsel yaitu sebesar 4 dB, maka tiap link yang akan dibangun **layak**.

3.2 Analisa Rise Time Budget

Untuk melihat adanya kemungkinan terjadinya degradasi sinyal sepanjang link transmisi maka dilakukan analisa perhitungan *Rise Time budget*. Besar dari *Rise Time budget* dirumuskan sebagai berikut :

$$t_{sys} = \left(t_{tx}^2 + t_{intra}^2 + t_{rx}^2 \right)^{1/2} \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan t_i menyatakan *rise time* yang disumbangkan oleh kontributor ke- i , yakni : *rise time transmitter*, *rise time dispersi modus*, dan *rise time receiver*. Karena format modulasi yang digunakan adalah *Non Return-to-Zero (NRZ)*, maka *rise time* total dari suatu sistem tidak boleh melebihi 70% perioda bit NRZ[9]. Berikut perhitungan *rise time budget* :

- **Central BTS – BRI 2 lantai 1**

Jarak= 0.015 km
 Rise time pengirim ($t_{tx} = 0,1$ ns
 Lebar spektral (Δf) = 1 nm
 Rise time penerima ($t_{rx} = 0,15$ ns

Dispersi kromatis (D)= 20 ps/(nm.km)

$$t_{intra} = D \cdot L \cdot \Delta f$$

$$= 20 \text{ ps/(nm.km)} \cdot 0,015 \text{ km} \cdot 1 \text{ nm}$$

$$= 0.0003 \text{ ns}$$

$$t_{sys} = \left\{ (t_{tx})^2 + (t_{intra})^2 + (t_{rx})^2 \right\}^{1/2}$$

$$= \left\{ (0,1)^2 + (0.0003)^2 + (0,15)^2 \right\}^{1/2}$$

$$= 0.1802 \text{ ns}$$

- **Central BTS – BRI 2 lantai 20**

Jarak = 0,11km
 Rise time pengirim ($t_{tx} = 0,1$ ns
 Lebar spektral(Δf) = 1 nm
 Rise time penerima ($t_{rx} = 0,15$ ns
 Dispersi kromatis (D) = 20 ps/(nm.km)

$$t_{intra} = D \cdot L \cdot \Delta f$$

$$= 20 \text{ ps/(nm.km)} \cdot 0,11 \text{ km} \cdot 1 \text{ nm}$$

$$= 0.0022 \text{ ns}$$

$$t_{sys} = \left\{ (t_{tx})^2 + (t_{intra})^2 + (t_{rx})^2 \right\}^{1/2}$$

$$= \left\{ (0,1)^2 + (0.0022)^2 + (0,15)^2 \right\}^{1/2}$$

$$= 0.1802 \text{ ns}$$

- **Central BTS – BRI 2 lantai 27**

Jarak = 0,145 km
 Rise time pengirim ($t_{tx} = 0,1$ ns
 Lebar spektral (Δf) = 1 nm
 Rise time penerima ($t_{rx} = 0,15$ ns
 Dispersi kromatis (D) = 20 ps/(nm.km)

$$t_{intra} = D \cdot L \cdot \Delta f$$

$$= 20 \text{ ps/(nm.km)} \cdot 0,145 \text{ km} \cdot 1 \text{ nm}$$

$$= 0.0029 \text{ ns}$$

$$t_{sys} = \left\{ (t_{tx})^2 + (t_{intra})^2 + (t_{rx})^2 \right\}^{1/2}$$

$$= \left\{ (0,1)^2 + (0.0029)^2 + (0,15)^2 \right\}^{1/2}$$

$$= 0.1803 \text{ ns}$$

• **Central BTS – BRI 1 lantai 1**

Jarak = 0,035 km

Rise time pengirim (t_{tx}) = 0,1 ns

Lebar spektral (Δf)
 = 1 nm

Rise time penerima (t_{rx}) = 0,15 ns

Dispersi kromatis (D) = 20 ps/(nm.km)

$t_{\text{intramoda}} = D.L. \Delta f$
 = 20 ps/(nm.km) . 0,035km . 1 nm
 = 0.0007 ns

$$t_{\text{sys}} = \{(t_{tx})^2 + (t_{\text{intramoda}})^2 + (t_{rx})^2\}^{1/2}$$

$$= \{(0,1)^2 + (0.0007)^2 + (0,15)^2\}^{1/2}$$

$$= 0.1802 \text{ ns}$$

• **Central BTS – BRI 1 lantai 19**

Jarak = 0,125 km

Rise time pengirim (t_{tx}) = 0,1 ns

Lebar spektral (Δf) = 1 nm

Rise time penerima (t_{rx}) = 0,15 ns

Dispersi kromatis (D) = 20 ps/(nm.km)

$t_{\text{intramoda}} = D.L. \Delta f$
 = 20 ps/(nm.km) . 0,125km . 1 nm
 = 0.0025 ns

$$t_{\text{sys}} = \{(t_{tx})^2 + (t_{\text{intramoda}})^2 + (t_{rx})^2\}^{1/2}$$

$$= \{(0,1)^2 + (0.0025)^2 + (0,15)^2\}^{1/2}$$

$$= 0.1802 \text{ ns}$$

• **Central BTS – Wisma Mulia**

Jarak = 6 km

Rise time pengirim (t_{tx}) = 0,1 ns

Lebar spektral (Δf) = 1 nm

Rise time penerima (t_{rx}) = 0,15 ns

Dispersi kromatis (D) = 20 ps/(nm.km)

$t_{\text{intramoda}} = D.L. \Delta f$
 = 20 ps/(nm.km) . 6 km . 1 nm
 = 0.12 ns

$$t_{\text{sys}} = \{(t_{tx})^2 + (t_{\text{intramoda}})^2 + (t_{rx})^2\}^{1/2}$$

$$= \{(0,1)^2 + (0.12)^2 + (0,15)^2\}^{1/2}$$

$$= 0.2165 \text{ ns}$$

Pada gedung BRI 1 dan BRI 2 karena posisinya berdekatan maka t_{sys} yang didapat tidak terlalu jauh berbeda sehingga dapat kita simpulkan bahwa t_{tot} merupakan t_{sys} terbesar yang ada pada kedua gedung tersebut yakni sebesar 0.1803 ns. Sehingga didapatkan bit rate sebesar :

$$BR = 0,7 / t_{\text{tot}} = 0,7 / 0.1803 \text{ ns}$$

$$= 3882.418 \text{ Mbps}$$

Pada gedung Wisma Mulia karena posisinya jauh dari kedua gedung yang lain maka didapat t_{tot} sebesar 0.2165 ns. Sehingga didapatkan bit rate sebesar :

$$BR = 0,7 / t_{\text{tot}} = 0,7 / 0.2165 \text{ ns}$$

$$= 3233.256 \text{ Mbps}$$

4. KESIMPULAN

- 1) Sistem ini sesuai untuk di implementasikan di daerah suburban seperti di Jabodetabek yang memiliki keterbatasan lahan untuk membangun site.
- 2) Kelebihan dalam sistem ini diantaranya menghemat lahan dimana harga sewa lahan dari tahun ke tahun selalu meningkat, mempermudah maintenance perangkat karena beberapa perangkat berada pada lokasi yang sama, menghemat harga operasional, dan tentunya didukung oleh lingkungan yang baik.
- 3) Akan tetapi untuk membangun sistem ini dibutuhkan biaya yang lebih mahal.
- 4) Tantangan dalam implementasi sistem ini adalah jaringan fiber optik yang harus merata di lokasi tersebut.

Berdasarkan perhitungan link budget dan rise time sistem ini **layak/sesuai** untuk di implementasikan di jaringan PT Telkomsel

5. DAFTAR PUSTAKA

weather conditions’, *Journal of Optical Communications*, vol. 44, no. s1, 2023, doi: 10.1515/joc-2019-0294.

- [1] F. Fauzi, ‘MANAJEMEN RESIKO DI TENGAH PERUBAHAN MODEL BISNIS TELEKOMUNIKASI’, *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 5, no. 4, 2016, doi: 10.22441/jtm.v5i4.1222.
- [2] B. Raharjo, ‘Pemerataan Akses Internet di Indonesia Masih Jadi Tantangan Besar’, Republik.
- [3] G. D. Haryanto and D. Djunaidy, ‘Analisa SWOT Bisnis Industri Telekomunikasi Secara Global’, *Jurnal Sistem Informasi Bisnis (JUNSIBI)*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.55122/junsibi.v1i2.176.
- [4] V. Pusvita, ‘Evaluasi dan Perencanaan Jumlah Kebutuhan BaseTranceiver Station(BTS) di Kabupaten Nunukan’, *Jurnal Pekommas*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [5] M. Y. Yusoff, M. Y. Mohammad, S. S. Sarnin, and N. F. Naim, ‘Optimising the Fronthaul Connectivity and Backhaul Utilization via DWDM using BTS Hotel Concept’, *Journal of Electrical & Electronic Systems Research*, vol. 16, no. JUNE 2020, 2020, doi: 10.24191/jeesr.v16i1.008.
- [6] M. S. Yadnya, I. W. Sudiarta, and I. P. G. W. Wedashwara, ‘Pemodelan Redaman Hujan Sebagai Parameter Power Link Budget Pada Base Transceiver Station (BTS) Jaringan 5G’, *JURNAL SAINS TEKNOLOGI & LINGKUNGAN*, vol. 9, no. 3, 2023, doi: 10.29303/jstl.v9i3.513.
- [7] M. U. Hidayat, ‘Analisa Efektifitas Ran Sharing Pada Ardian Selenkovyski, "Uniaxial solid ion epitaxy", Tesis Magister, Institut Teknologi Lembang, Indonesia, 1999, p. 113
- [8] A. Sharma, S. Kaur, N. Nair, and K. S. Bhatia, ‘Investigation of WDM-MDM PON employing different modulation formats’, *Optik (Stuttg)*, vol. 257, 2022, doi: 10.1016/j.ijleo.2022.168855.
- [9] N. Sadiq *et al.*, ‘Performance analysis of NRZ and RZ variants for FSO communication system under different